

1. Un generador suministra una potencia de 1,0 pu a un nudo de potencia infinita, y tiene una constante de inercia de 4 MJ/MVA. La potencia del generador se entrega al nudo de potencia infinita a través de dos líneas en paralelo, de forma que un cierto instante $t=0$ se produce el cortocircuito en el punto medio de una de las dos líneas. En las condiciones previas al cortocircuito la potencia máxima que puede entregar el generador es $P_e = 1,79$ pu, y durante el cortocircuito es $P_e = 0,693$ pu.

Calcular la aceleración del generador en el instante $t=0$.

- a) 21 rad/s²
- b) 22 rad/s²
- c) 23 rad/s²
- d) 24 rad/s²**
- e) 25 rad/s²
- f) 30 rad/s²

Antes del cortocircuito se tiene que :

$$P_m = P_{eléctrica} = 1,79 \text{sen} \delta_0 = 1,0 \text{ pu} \Rightarrow \delta_0 = 33,96^\circ = 0,5928 \text{ rad}$$

Durante el cortocircuito se sustituye en la ecuación de la oscilación, teniendo en cuenta que la potencia mecánica permanece constante: $P_m = 1,0$ pu, y que $P_{eléctrica} = 0,693 \text{sen} \delta$.

$$\frac{2H}{\omega_0} \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_m - P_{eléctrica}; \quad \text{para } t \geq 0$$

$$P_m - P_{eléctrica} = (1 - 0,693 \text{sen} \delta) \text{ pu}$$

$$H = 4 \text{ segundos}; \quad \omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 100\pi$$

$$\frac{d^2 \delta}{dt^2} = \frac{\omega_0}{2H} (1 - 0,693 \text{sen} \delta) = 39,27 \cdot (1 - 0,693 \text{sen} \delta)$$

Sustituyendo el valor del ángulo ($\delta_0 = 0,5928$ rad) en el momento del cortocircuito ($t=0$) se tiene que:

$$\frac{d^2 \delta}{dt^2} = 39,27 \cdot (1 - 0,693 \text{sen} \delta_0) = 24,06 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Si la aceleración del rotor permanece constante durante 50 ms calcular el nuevo ángulo del rotor al final de dicho tiempo.

- a) 0,58 rad
- b) 0,60 rad
- c) 0,62 rad**
- d) 0,64 rad
- e) 0,66 rad
- f) 0,80 rad.

La aceleración permanece constante, durante 50 ms, así que se puede integrar la expresión de la aceleración para calcular el nuevo ángulo del rotor, teniendo en cuenta que en el instante de $t=0$ la velocidad de variación del ángulo del rotor es nula.

$$\frac{d^2\delta}{dt^2} = 24,06 \frac{rad}{s^2} \Rightarrow$$

$$\frac{d\delta}{dt} = 24,06 \cdot t + \left[\frac{d\delta}{dt} \right]_{t=0} = 24,06 \cdot t \Rightarrow$$

$$\delta = \delta_0 + \left[24,06 \frac{t^2}{2} \right]_{t=0,05s} = 0,5928 \text{ rad} + 0,03007 \text{ rad} = 0,6229 \text{ rad}$$

2. Indique cuál de los factores siguientes no sirve para mejorar la estabilidad transitoria de un sistema eléctrico de potencia:

- Aumentar la potencia máxima que se puede transmitir en régimen permanente.
- El aumento de la reactancia de conexión entre las líneas.**
- Con la disposición de condensadores en serie con las líneas de transmisión.
- Mediante una reconexión rápida de la línea en defecto en caso de cortocircuito.
- Mediante la utilización de sistemas de excitación que incrementen rápidamente el campo magnético de excitación del alternador.
- Mediante la utilización de interruptores automáticos de apertura unipolar.

3. Seleccione la respuesta correcta relacionada con las protecciones del generador.

- En caso de un defecto externo en el generador se abre el interruptor de grupo 52 G de forma temporizada.
- En caso de un defecto interno en el generador se abre el interruptor de línea, 52, después de una pequeña temporización.
- En caso de un defecto interno en el generador primero actúan las protecciones de línea y luego se abre el interruptor de grupo 52 G de forma temporizada.
- En caso de un defecto que no pueda identificarse claramente como interno o externo, primero actúa el interruptor de línea 52 y posteriormente el 52 G si el defecto permanece.**

4. Indique la característica correcta de una protección por sobreintensidad en el estator.

- Es una protección frente a faltas internas en el estator.
- Es una protección que utiliza siempre una característica de curva inversa.
- Es una protección principal en caso de cortocircuito en las barras de la central.**
- Funciona sólo como protección de apoyo para cortocircuitos externos a la central.
- Funciona asociada siempre a un relé de mínima tensión para evitar los disparos intempestivos.

4. Se tiene un sistema eléctrico de potencia formado por dos generadores unidos por una línea de alta tensión. Los generadores no tienen asignados límites en cuanto a su potencia, los costes asociados por hora de funcionamiento y las pérdidas de potencia asociadas a la transmisión expresadas en unidades monetarias son:

$$C_1(P_{G1}) = 5 + 4,1 P_{G1} + 0,0035 P_{G1}^2$$

$$C_2(P_{G2}) = 10 + 4,1 P_{G2} + 0,0035 P_{G2}^2$$

$$P_{\text{pérdidas}} \text{ (MW)} = (1/1000) \cdot (0,8 P_{G1} + 0,2 P_{G2} - 50)^2$$

Las potencias de los generadores se expresan en MW. Si la potencia demandada en la barra de conexión del generador 1 es de 50 MW y en la barra de conexión del generador 2 es de 200 MW, determinar la potencia de cada generador utilizando el despacho económico.

Para el generador 1:

- a) $P_{G1} = 80 \text{ MW}$
- b) $P_{G1} = 90 \text{ MW}$
- c) **$P_{G1} = 100 \text{ MW}$**
- d) $P_{G1} = 110 \text{ MW}$
- e) $P_{G1} = 120 \text{ MW}$

Para el generador 2:

- a) $P_{G2} = 175 \text{ MW}$
- b) $P_{G2} = 170 \text{ MW}$
- c) $P_{G2} = 165 \text{ MW}$.
- d) $P_{G2} = 160 \text{ MW}$
- e) **$P_{G2} = 155 \text{ MW}$**

Potencia de pérdidas:

- a) $P_{\text{pérdidas}} = 1,5 \text{ MW}$
- b) **$P_{\text{pérdidas}} = 3,5 \text{ MW}$**
- c) $P_{\text{pérdidas}} = 5,0 \text{ MW}$
- d) $P_{\text{pérdidas}} = 7,5 \text{ MW}$
- e) $P_{\text{pérdidas}} = 10 \text{ MW}$
- f) $P_{\text{pérdidas}} = 12,5 \text{ MW}$

Calcular también el valor del coeficiente λ del sistema:

- a) $\lambda = 4,7$
- b) $\lambda = 4,9$
- c) $\lambda = 5,1$
- d) **$\lambda = 5,3$**
- e) $\lambda = 5,5$

Solución:

En primer lugar se calculan los factores de penalización:

Fecha: _____ septiembre 08 _____

Código asignatura: 524137

$$L_1 = \frac{I}{1 - \frac{\partial P_p}{\partial P_{G1}}}, \quad L_2 = \frac{I}{1 - \frac{\partial P_p}{\partial P_{G2}}}$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial P_{G1}} = 0,0016(0,8P_{G1} + 0,2P_{G2} - 50)$$

$$\frac{\partial P_p}{\partial P_{G2}} = 0,0004(0,8P_{G1} + 0,2P_{G2} - 50)$$

Si se aplica la regla del despacho económico se tienen dos ecuaciones:

$$L_1 CI_1 = \frac{4,1 + 0,007P_{G1}}{1,08 - 0,00128P_{G1} - 0,00032P_{G2}} = \lambda \quad (1)$$

$$L_2 CI_{21} = \frac{4,1 + 0,007P_{G2}}{1,02 - 0,00032P_{G1} - 0,00008P_{G2}} = \lambda \quad (2)$$

Se debe cumplir además el balance potencias

$$P_{G1} + P_{G2} = 250 + P_p$$

Para resolver el problema se puede iterar partiendo de un valor arbitrario de λ , por ejemplo $\lambda = 5$, mediante las ecuaciones (1) y (2), de forma que se obtiene:

$$P_{G1} = 83,0 \text{ MW}$$

$$P_{G2} = 117,2 \text{ MW}$$

Con estos valores de potencias generadas se puede calcular mediante la fórmula de la potencia de pérdidas del enunciado:

$$P_p = 1,6 \text{ MW}$$

$$\text{Como: } P_{G1} + P_{G2} < 250 + P_p$$

Será necesario aumentar el valor de λ . Tras varias iteraciones se puede calcular que para un valor $\lambda = 5,3$ se tienen los siguientes valores:

$$P_{G1} = 99,4 \text{ MW}$$

$$P_{G2} = 154,4 \text{ MW}$$

$$P_p = 3,65 \text{ MW}$$

5. Indica cual de las siguientes afirmaciones no es correcta:

- a) La energía tiene las mismas unidades que la magnitud de trabajo.

A NOMBRE Y APELLIDOS _____ DNI _____

Fecha: _____ septiembre 08 _____

Código asignatura: 524137

- b) **Una unidad muy utilizada para la medida de energía eléctrica es el kW/h que equivale a $3,6 \cdot 10^6$ J.**
- c) Una Termia es una unidad de medida de energía igual a un millón de calorías.
- d) Una tonelada equivalente de petróleo es una unidad de medida de energía mayor que la unidad de la tonelada equivalente de carbón.
- e) El vatio se puede definir como la potencia de una máquina que realiza el trabajo de 0,5 Julios en el tiempo de 0,5 segundos.
6. Un gran consumidor dispone de tres centros de transformación con potencias instaladas en cada centro CT1, CT2 y CT3 de: 2, 1 y 4 MVA respectivamente. Al cabo de un período de estudio determinado ha sufrido las siguientes interrupciones de suministro eléctrico: una interrupción de 2 horas en el CT3 y 3 interrupciones de 2 horas en el CT2. Calcular el NIEPI durante dicho período.
- a) 4 horas
- b) 14 horas
- c) 2 horas
- d) 1 interrupción**
- e) 5 interrupciones

$$NIEPI = \frac{1 \times 4 \text{ MVA} + 3 \times 1 \text{ MVA}}{(4 + 2 + 1) \text{ MVA}} = 1$$